

CH 679167 A5

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 679167 A5

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: E 04 C 2/32  
E 04 B 1/86  
B 32 B 7/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinscher Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## 12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 2097/89

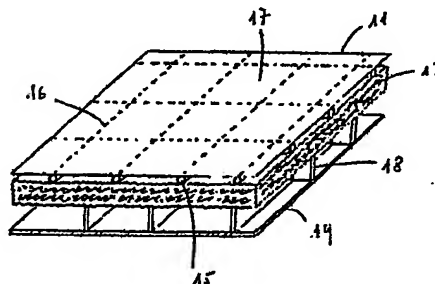
22 Anmeldungsdatum: 05.06.1989

24 Patent erteilt: 31.12.1991

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 31.12.199173 Inhaber:  
Matec Holding AG, Küsnacht ZH72 Erfinder:  
Tschudi, Hans Rudolf, Mönchaltorf74 Vertreter:  
Ritscher & Selfert, Zürich

## 54 Schallabsorbierendes Bauelement.

57 Zur Erhöhung der akustischen Absorption weist das erfindungsgemässe Bauelement ein akustisch wirksames Formteil (13) - insbesondere aus einem Wirrfaservlies - und ein davon nur gering beabstandetes weiteres Formteil (11) - insbesondere eine Folie oder dünne Platte - auf. Diese Beabstandung wird durch rasterförmig angeordnete Stege (15) erzielt und ist derart dimensioniert, dass die akustischen Oberflächenwellen mit dem akustisch wirksamen Formteil (13) wechselwirken können.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein schallabsorbierendes Bauelement mit einem ersten schwingfähigen Formteil und einem zweiten aus schallabsorbierendem Material bestehenden Formteil.

Es sind schallabsorbierende Bauelemente dieser Art bekannt, bei welchen das erste Formteil eine dichte, d.h. eine geschlossenporige Oberfläche hat und rasterförmig nebeneinanderliegende, becherförmige Ausstülpungen aufweist, welche bei Schalleinfall zu verlustbehafteten Schwingungen anregbar sind und einem zweiten ebenfalls schwingungsfähigen und aus schallabsorbierendem Material bestehenden ebenen Formteil, welches die einzelnen becherförmigen Ausstülpungen des ersten Formteils luftdicht abschliesst. Diese Ausführungsform weist eine besonders gute Absorption auf, insbesondere im Bereich der Resonanzfrequenzen der Eigenschwingungen, zu denen die Flächen der becherförmigen Ausstülpungen angeregt werden. Wegen des nicht sehr hohen Materialverlustfaktors des schwingungsfähigen Bauteils, weisen solche Bauelemente eine eher schmalbandige Absorption auf und eignen sich deshalb nicht, den gesamten Geräuschpegel in Innenräumen möglichst gleichmässig zu vermindern.

Es sind deshalb auch Bauelemente der oben genannten Art bekannt, bei welchen der Bereich der Eigenfrequenzen und damit der Bereich der absorbierten Schallfrequenzen dadurch erweitert ist, dass die dem Schallfeld zugewandten schwingungsfähigen Flächen der Ausstülpungen weitere Ausprägungen und Strukturen aufweisen oder unterschiedlich dick ausgestaltet sind. Andere Massnahmen um eine Verstimmung der Resonanzfrequenzen nach tieferen Frequenzen zu erreichen, bestehen darin, diese Flächen mit zusätzlichen Körpern, wie Metall-, Glas- oder Mineralkugeln, zu versehen.

Es wurden weiterhin auch Vorrichtungen zur Absorption von Luftschall vorgeschlagen, bei welchen zwischen das erste, mit einzelnen Masseteilen versetzte Formteil und einer schallharten Wand poröse, flexible Faservliesstoffe eingelegt sind, um die sich parallel zum Formteil bewegend Luftwechselströmung zu behindern und damit die Schwingungen des Formteils besser zu dämpfen. Poröse, flexible Faserstoffe sind als im allgemeinen breitbandig wirkende Absorber bekannt. Ihre Absorptionswirksamkeit ist aber für die jeweiligen Frequenzbereiche von der Dicke des Vlieses abhängig. So sind bei niederen Frequenzen relativ dicke Absorberschichten erforderlich, wo für die hohen Frequenzbereiche dünne Lagen mit absorptionsfähigem Material genügend sein können. Diese Vorrichtungen koppeln die Biegeschwingungen des ersten Formteils direkt an das Skelett des zweiten Formteils und sind immer ein Kompromiss zwischen guten Schalldämmeigenschaften und guten Schalldämpfungseigenschaften.

Ein wesentlicher Nachteil aller bisher gebräuchlichen schallabsorbierenden Bauelemente besteht also darin, dass diese nur in einem kleinen Frequenzbereich und niedere Frequenzen nur ungenügend absorbieren und darum für eine breitbandige Ab-

sorption auch von niederen Frequenzen eine Dicke aufweisen müssen, die deren praktische Verwendung stark behindert.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen breitbandig wirksamen Folien- oder Plattenabsorber zu schaffen, der merklich dünner ist, gute Absorptionseigenschaften auch bei tiefen Frequenzen aufweist und kostengünstig herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass zwischen den beiden Formteilen eine gitterförmige Stegstruktur angeordnet ist, welche Stegstruktur das erste Formteil in mehrere fest umrandete Zonen unterteilt, dass im wesentlichen keine direkte mechanische Kopplung zwischen den Schwingbewegungen dieser Zonen und dem Skelett des zweiten Formteils besteht und dass die beiden Formteile so dicht beieinanderliegen, dass akustische Oberflächenwellen längs des ersten Formteils mit dem Skelett des zweiten Formteils wechselwirken können.

Diese Merkmale ermöglichen, den Materialverlustfaktor der schwingenden Zonen des ersten Formteils um den Dämpfungsverlustfaktor zu erhöhen und den Frequenzbereich der Absorption zu verbreitern.

Es kann theoretisch und experimentell verifiziert werden, dass ein Stück Faservlies oder offenporiger Schaum, welches in die unmittelbare Nähe einer schwingenden Membran gebracht wird, dessen Schwingung bei tiefen Frequenzen überraschend effizient dämpft. Dabei wirkt die Absorption der Schallenergie in der porösen Struktur als wesentlicher dissipativer Mechanismus.

Die Vorteile des erfindungsgemässen Bauelementes ergeben sich unmittelbar aus der verbesserten Absorptionswirksamkeit und der Absorption über einen breiteren Frequenzbereich. Das erfindungsgemässe Bauelement weist gegenüber herkömmlichen Absorbern eine geringere Bauhöhe auf und absorbiert auch bei tiefen Frequenzen in befriedigender Masse.

Weitere Ausführungsformen des erfindungsgemässen Bauelementes können der Struktur des Schallfeldes besonders angepasst werden. Insbesondere können die Bauelemente so ausgebildet werden, dass trotz einfacher und kostengünstiger Bauweise eine gute Absorption der gesamten natürlichen Hörschallfrequenzen gewährleistet ist.

Die Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die einzige Figur näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1: ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen schallabsorbierenden Bauelements.

Das in der einzigen Figur dargestellte Bauelement besteht aus einem ersten Formteil 11 und einem zweiten Formteil 13 zwischen welchen rasterförmig angeordnete Stege 15 liegen. Die durch die Befestigung der Stege 15 mit dem ersten Formteil 11 entstehenden Verstärkungen 16 definieren auf dem ersten Formteil 11 fest umrandete Zonen 17. Das erfindungsgemässe Bauelement kann wahlweise mit einer weiteren Trägerstruktur 18 versehen sein und wird auf eine Grundplatte 19 aufgebracht. Das erste Formteil 11 besteht vorzugsweise aus einer ge-

geschlossenporigen Platte oder Folie, insbesondere aus einer unter dem Handelsnamen FOREX bekannten Kunststoffplatte. Eine praktisch erprobte Platte weist eine Dicke von 1 mm auf, hat ein Flächengewicht von 0,87 kg/m<sup>2</sup>, eine Biegesteifigkeit von 2,5 Nm und einen Materialverlustfaktor von 0,035.

Die schwingfähigen, fest umrandeten Zonen 17 sind in dieser Ausführungsform rechteckig ausgebildet mit Seitenlängen von 28 cm resp. 35 cm.

Für das zweite, aus absorbierendem Material bestehende Formteil, wird vorteilhafterweise ein unter dem Handelsnamen TAKA bekanntes Wurfaservlies verwendet, welches eine Dicke von 2 cm und einen spezifischen Strömungswiderstand für Luft von ca. 15 000–60 000 Nsm<sup>-4</sup> aufweist. Der durch die rasterförmigen Stege 15 bestimmte Abstand zwischen den beiden Formteilen beträgt bei dieser Ausführungsform 0,5 mm. Die gezeigte Ausführungsform enthält weiter eine wabenförmige Trägerstruktur 18, welche das Wurfaservlies 13 etwa 2,5 cm von der Grundplatte 19 beabstandet hält.

Wird das Bauelement einem Schallfeld ausgesetzt, werden die einzelnen Zonen 17 zu Schwingungen in bestimmten Schwingungsmoden angeregt. Diese Schwingungsmoden sind im wesentlichen von der Geometrie der einzelnen Zonen abhängig. In unmittelbarer Nähe der schwingenden Zonen 17 bilden sich im Nahfeld der Oberfläche wellenförmige Querströmungen aus. Weil das Wurfaservlies 13 so dicht beim ersten Formteil 11 liegt, dass diese Oberflächenwellen in die Skelettstruktur des Wurfaservlieses 13 eindringen und mit dieser wechselwirken können, und weil das Wurfaservlies 13 genügend weit entfernt angeordnet ist, um eine direkte mechanische Kopplung der Schwingungen der Zonen 17 mit der Skelettstruktur des Wurfaservlieses zu vermeiden, wird eine verbesserte Ankopplung des gesamten schwingfähigen Systems an das Schallfeld und damit auch eine verbesserte Absorption erreicht.

Es versteht sich, dass für die Absorption eines gewünschten Frequenzbereichs die Dimensionierung des Bauelementes entsprechend angepasst werden kann.

Insbesondere kann der Fachmann anhand von theoretischen Betrachtungen des dieser Erfindung zugrundeliegenden physikalischen Effektes, nämlich der wirkungsvollen Dämpfung der Schwingung von Platten durch Energiedissipation im Nahfeld, Dimensionierungsregeln aufstellen, mit deren Hilfe eine optimale Absorption erreichbar ist.

Das erfindungsgemässe Bauelement kann in allen technischen Bereichen die mit Schallabsorption, -abstrahlung und Schwingungsdämpfung in Zusammenhang stehen, insbesondere aber in der Automobilindustrie verwendet werden.

Es versteht sich, dass die rasterförmig angeordneten Stege aus auf das zweite Formteil aufgetragenem Klebstoff bestehen können oder einstückig an das erste Formteil an- bzw. in dieses eingeformt sein können.

Die Verwendung anderer Werkstoffe zur Herstellung des erfindungsgemässen Bauelementes und Modifikationen desselben, insbesondere eine reliefartige Verformung, liegen im Bereich des fach-

männischen Könnens, weshalb sie hier nicht näher beschrieben sind.

#### Patentansprüche

1. Schallabsorbierendes Bauelement mit einem schwingfähigen Formteil (11) und einem zweiten aus schallabsorbierendem Material bestehenden Formteil (13), dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den beiden Formteilen eine gitterförmige Stegstruktur (15) angeordnet ist, welche Stegstruktur das erste Formteil in mehrere fest umrandete Zonen (17) unterteilt, dass im wesentlichen keine direkte mechanische Kopplung zwischen den Schwingbewegungen dieser Zonen (17) und dem Skelett des zweiten Formteils (13) besteht und dass die beiden Formteile so dicht beieinanderliegen, dass akustische Oberflächenwellen längs des ersten Formteils (14) mit dem Skelett des zweiten Formteils (13) wechselwirken können.

2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Realteil der spezifischen Normallimpedanz dieses Bauelementes im Bereich von 1,5–3 liegt.

3. Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Formteil aus porösem Kunststoffschaum oder einem Wurfaservlies besteht.

4. Bauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Formteil ein Flächengewicht von 0,87 kg/m<sup>2</sup>, eine Biegesteifigkeit von 2,5 Nm und einen Materialverlustfaktor von 0,035 aufweist.

5. Bauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einer Trägerstruktur versehen ist.

6. Bauelement nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke weniger als 50 mm beträgt.

7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass der spezifische Strömungswiderstand des zweiten Formteils im Bereich von 15 000–60 000 Nsm<sup>-4</sup> liegt.

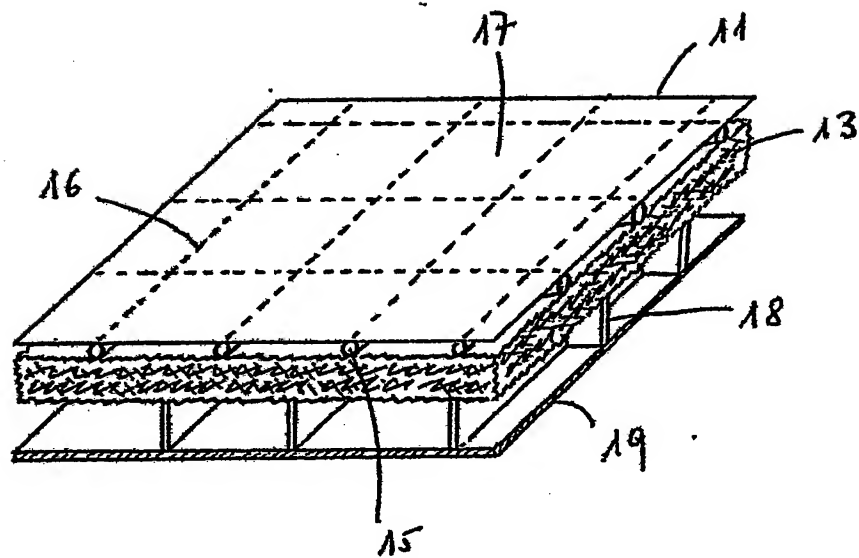


Fig. 1